

## 13.3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

13.1. Теплоемкость идеального газа в некотором процессе постоянна и равна  $c = c_V + R/2$ . Найдите уравнение этого процесса и изобразите его графически на диаграммах  $(p - V)$ ,  $(p - T)$  и  $(V - T)$ .

13.2. Одноатомный идеальный газ сжимается один раз изобарически, другой раз изотермически. Начальные температуры и давления одинаковы, конечный объем газа в  $n$  раз меньше начального. Найдите отношение работы газа и количества теплоты в этих процессах.

13.3. Массу  $m = 0,32$  кг кислорода адиабатически расширили так, что температура газа понизилась от  $T_1 = 400$  К до  $T_2 = 300$  К, затем изохорически нагрели до первоначальной температуры. Найдите изменение внутренней энергии, работу газа и количество подведенной теплоты.

13.4. Определите молярную теплоемкость идеального газа, расширяющегося по закону  $VT^3 = \text{const}$ . Изобразите данный процесс на диаграммах  $(p - V)$ ,  $(p - T)$  и  $(V - T)$ .

13.5. Массу  $m = 88$  г углекислого газа, занимающего объем  $V_1 = 0,02$  м<sup>3</sup> при температуре  $T_1 = 300$  К, изотермически сжимают до объема  $V_2 = 0,01$  м<sup>3</sup>, затем изобарически расширяют до первоначального объема и изохорически охлаждают до исходного состояния. Определите работу газа, изменение внутренней энергии и количество подведенной теплоты в каждом процессе и за весь цикл.

13.6. Азот, занимающий при давлении  $p_1 = 0,2$  МПа объем  $V_1 = 0,02$  м<sup>3</sup>, нагревается изобарически так, что его объем увеличивается до  $V_2 = 0,03$  м<sup>3</sup>, затем адиабатически сжимается до первоначального объема. Найдите конечное давление газа, работу газа, изменение внутренней энергии и количество подведенной теплоты в каждом процессе.

13.7. В некотором политропическом процессе гелий был сжат от начального объема  $V_1$  до объема  $V_2$ . Давление газа возросло при этом от  $p_1$  до  $p_2$ . Найдите теплоемкость всей массы гелия, если его начальная температура  $T_1$ .

13.8. Масса  $m = 0,44$  кг углекислого газа изотермически расширяется при температуре  $T_1 = 400$  К так, что его объем увеличивается вдвое, затем адиабатически сжимается до первоначального давления и после этого изобарически охлаждается до исходной температуры. Вычислите изменение внутренней энергии, работу газа и количество подведенной теплоты на каждом этапе и за весь цикл.

13.9. Массу  $m = 0,2$  кг водорода изохорически нагревают от температуры  $T_1 = 400$  К до температуры  $T_2 = 600$  К и далее изотермически расширяют до первоначального давления, затем изобарически сжимают до первоначального объема. Найдите изменение внутренней энергии газа, количество подведенной теплоты и работу газа.

13.10. Определите отношение теплоемкостей  $\gamma = c_p/c_V$  для смеси  $m_1 = 0,01$  кг аргона ( $\mu_1 = 0,04$  кг/моль) и  $m_2 = 0,007$  кг азота ( $\mu_2 = 0,028$  кг/моль).

13.11. В цилиндре под поршнем находится воздух. Какую работу нужно совершить, чтобы поднять поршень на высоту  $h_2 = 0,2$  м, если начальная высота столба воздуха под поршнем  $h_1 = 0,1$  м? Наружное давление  $p_0 = 0,1$  МПа, площадь поршня  $S = 1 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>. Температура газа поддерживается постоянной. Массой поршня можно пренебречь.

13.12. При изобарическом нагревании гелия количество поглощенной теплоты  $Q = 140$  Дж. Определите изменение внутренней энергии и работу, совершенную газом.

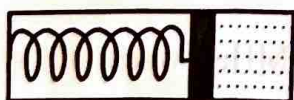


Рис. 13.4

13.13. Один моль идеального одноатомного газа находится в правой части цилиндра, разделенного поршнем на две части. В левой части цилиндра — вакуум (рис. 13.4). Поршень удерживается пружиной и может перемещаться внутри цилиндра без трения. Если газ откачать, поршень будет находиться вплотную к правой стенке цилиндра, а пружина не будет деформирована. Найдите теплоемкость газа. Теплоемкостями цилиндра, поршня и пружины пренебречь.

13.14. В цилиндрическом сосуде объемом  $V_1$  находится одноатомный идеальный газ под давлением  $p_1$ . Поршень, закрывающий сосуд, медленно движется так, что объем газа уменьшается от  $V_1$  до

$V_2$ . Найдите изменение внутренней энергии газа, если все стенки сосуда и поршень зеркальные.

13.15. Два теплоизолированных сосуда объемами  $V_1$  и  $V_2$  соединены трубкой с краном. В первом сосуде находится азот, во втором — аргон. До открытия крана давления и температуры газов в сосудах были  $p_1, T_1, p_2, T_2$ . Определите установившиеся давление и температуру газов после перемешивания и установления термодинамического равновесия.

13.16. В процессе с идеальным одноатомным газом внутренняя энергия газа  $U$  пропорциональна  $V^2$ , где  $V$  — объем газа. Газу сообщили количество теплоты  $Q$ . Определите изменение внутренней энергии газа  $\Delta U$ .

13.17. Для изобарического нагревания  $\nu$  молей идеального газа от температуры  $T_1$  до температуры  $T_2$  потребовалось сообщить газу количество теплоты  $Q$ . Определите показатель адиабаты газа  $\gamma$ .

13.18. Некоторая масса одноатомного газа находится в цилиндре и заперта тяжелым поршнем, который может перемещаться без трения. Цилиндр может занимать положения  $a$ ) и  $b$ ) (рис. 13.5). Сравните количества теплоты  $Q_a$  и  $Q_b$ , которые потребуются для нагревания газа на  $\Delta T = 1$  К.

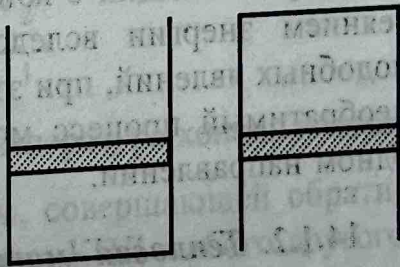


Рис. 13.5

13.19. Воздух в комнате при открытой форточке нагрели от температуры  $T_1$  до температуры  $T_2$ . Определите изменение внутренней энергии  $\Delta U$  воздуха, находящегося в комнате.